

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-094191

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/022
G02B 6/42
H01L 31/0232
H01L 33/00

(21)Application number : 11-272419

(71)Applicant : FUJITSU QUANTUM DEVICES LTD

(22)Date of filing : 27.09.1999

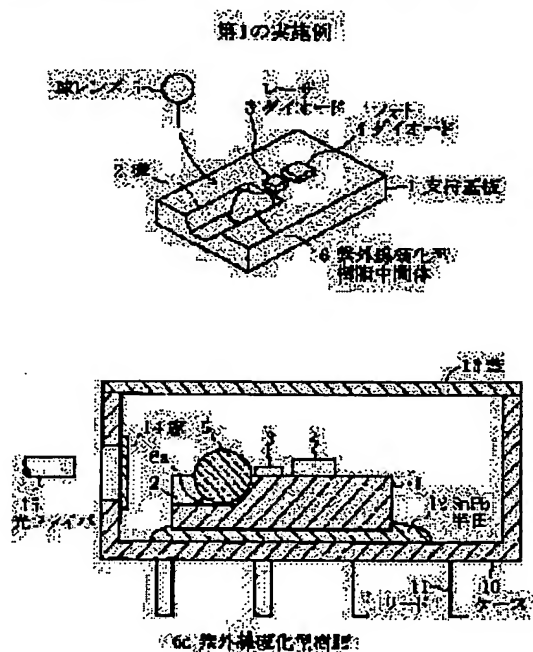
(72)Inventor : FUKUSHIMA AKIRA
NAKASHITA KATSUICHI

(54) OPTICAL SEMICONDUCTOR MODULE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable optical semiconductor module which hardly generates the separation of an optical component from the substrate and the positional deviation of the component from the substrate even though the temperature of a support substrate is changed.

SOLUTION: An optical semiconductor element and an optical component are arranged on the surface of a support substrate. Both the element and the component are coupled optically with each other. The optical component is bonded on the substrate with a resin. The glass transition temperature of this resin is lower than the lowest temperature in the range of the operating temperature of the element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-94191

(P2001-94191A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 1 S 5/022

H 0 1 S 5/022

2 H 0 3 7

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

5 F 0 4 1

H 0 1 L 31/0232

H 0 1 L 33/00

M 5 F 0 7 3

33/00

31/02

C 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-272419

(22) 出願日

平成11年9月27日 (1999.9.27)

(71) 出願人

000154325

富士通カンタムデバイス株式会社

山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原1000番地

(72) 発明者

福島 昭

山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原1000番地 富士通カンタムデバイス株式会社内

(72) 発明者

中下 勝一

山梨県中巨摩郡昭和町大字紙漣阿原1000番地 富士通カンタムデバイス株式会社内

(74) 代理人

100091340

弁理士 高橋 敬四郎

最終頁に続く

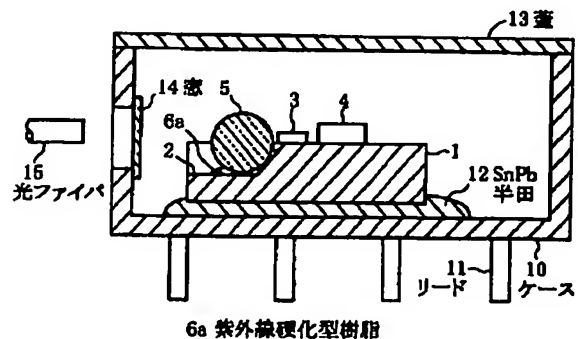
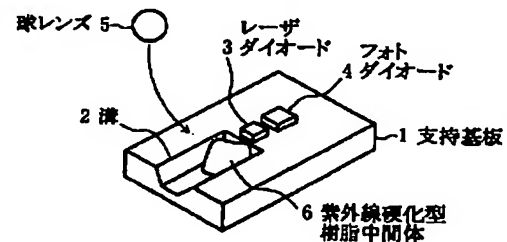
(54) 【発明の名称】 光半導体モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 温度が変化しても光学部品の離脱及び位置ずれが生じにくく信頼性の高い光半導体モジュールを提供する。

【解決手段】 支持基板の表面上に光半導体素子と光学部品が配置されている。両者は、相互に光結合している。光学部品は、樹脂で支持基板に接着される。この樹脂のガラス転移温度は、光半導体素子の動作温度範囲の最低温度よりも低い。

第1の実施例



【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持基板と、

前記支持基板の表面上に配置された光半導体素子と、
前記支持基板の表面上に配置され、前記光半導体素子と
光結合した光学部品と、

前記光半導体素子の動作温度範囲の最低温度よりも低い
ガラス転移温度を有し、前記光学部品を前記支持基板の
表面上に接着する樹脂とを有する光半導体モジュール。

【請求項2】 前記樹脂のガラス転移温度が -40°C 以下である請求項1に記載の光半導体モジュール。

【請求項3】 前記樹脂が、紫外線硬化型樹脂である請求項1または2に記載の光半導体モジュール。

【請求項4】 さらに、前記支持基板の表面上に形成され、第1の端が該支持基板の縁まで達し、第2の端が該支持基板の表面内に位置する溝を有し、
前記光半導体素子が前記溝の延長線上に配置され、前記光学部品が前記溝内に配置されている請求項1～3のいずれかに記載の光半導体モジュール。

【請求項5】 前記溝が、前記支持基板の表面に対して鈍角で交わる一対の側面と、第2の端の部分に、前記支持基板の表面に対して鈍角で交わる端面とを有し、
前記光学部品が、前記溝の一対の側面と第2の端の部分の端面とにより位置決めされている請求項4に記載の光半導体モジュール。

【請求項6】 支持基板の表面上に、少なくとも一方の端が該支持基板の表面内に位置する溝を形成する工程と、

前記溝の端部に光学部品を配置する工程であって、該光学部品と前記支持基板との間隙部に、ガラス転移温度が -40°C 以下の紫外線硬化型樹脂の中間体が充填されるように前記光学部品を配置する工程と、

前記紫外線硬化型樹脂の中間体に紫外線を照射して、それを硬化させ、硬化した紫外線硬化型樹脂で前記光学部品を前記支持基板に接着する工程とを有する光半導体モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光半導体モジュール及びその製造方法に関し、特に光学部品を基板上に接着した光半導体モジュール及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光通信網の拡大と普及に伴い、光半導体モジュールの小型化、低価格化が要望されている。この要望に応えるためには、光半導体モジュールの組み立てを簡略化する必要がある。組み立ての簡略化を可能にする技術として、シリコン基板上にレーザダイオードやフォトダイオード等の光半導体部品、及びレンズ等の光学部品を搭載する技術が注目されている。

【0003】シリコン基板は低価格であり、また熱伝導性が高いためヒートシンク材料としても適している。シ

リコン基板表面を酸化して SiO_2 膜を形成することにより、この SiO_2 膜上に電極や半田バンプを容易に形成することが可能になる。

【0004】光半導体素子は、 AuSn 半田等の高温半田でシリコン基板上に固定される。シリコン基板の表面上に位置決めマーカを形成し、光半導体素子を位置決めマーカを利用して高精度に位置決めすることができる。また、選択エッチングにより、基板表面に高精度にV溝を形成することができる。このV溝を利用して、光学部品を高精度に位置決めして固定することが可能になる。

【0005】光学部品は、エポキシ樹脂等の紫外線硬化型樹脂を用いて、基板上に瞬間固定される。固定用の樹脂として、光半導体モジュールの動作温度範囲の最高温度よりも高いガラス転移温度(T_g)を有するものが用いられる。ガラス転移温度の高い樹脂を使用して光学部品を接着することにより、高い接着強度を得ることができる。

【0006】光半導体素子と光学部品が搭載されたシリコン基板は、ケースのキャビティ内に固定される。シリコン基板の固定には、光半導体素子の固定に用いられた AuSn 半田よりも融点の低い SnPb 半田等が用いられる。次に、抵抗溶接により、ケースに蓋を取り付け、ケース内を気密封止する。ケースには、光が透過する窓が設けられており、この窓を介して光半導体モジュールと光ファイバとが光結合する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】光学部品、エポキシ樹脂、及びシリコン基板は、相互に線膨張率が異なる。このため、温度変化時にこれらの部品に応力が発生する。光半導体モジュールの通常の動作温度は、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ と広範囲に亘る。また、シリコン基板をケースに固定する時に、各部品の温度が SnPb 半田の融点(183°C)近傍まで上昇する。

【0008】この温度変化による応力の発生により、光学部品の基板への接着強度が低下する。組み立て後の衝撃試験や振動試験で光学部品の離脱が生じたり、微小な位置ずれが生ずる場合がある。

【0009】本発明の目的は、温度が変化しても光学部品の離脱及び位置ずれが生じにくく信頼性の高い光半導体モジュール及びその製造方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によると、支持基板と、前記支持基板の表面上に配置された光半導体素子と、前記支持基板の表面上に配置され、前記光半導体素子と光結合した光学部品と、前記光半導体素子の動作温度範囲の最低温度よりも低いガラス転移温度を有し、前記光学部品を前記支持基板の表面上に接着する樹脂とを有する光半導体モジュールが提供される。

【0011】本発明の他の観点によると、支持基板の表面上に、少なくとも一方の端が該支持基板の表面内に位

置する溝を形成する工程と、前記溝の端部に光学部品を配置する工程であって、該光学部品と前記支持基板との間隙部に、ガラス転移温度が -40°C 以下の紫外線硬化型樹脂の中間体が充填されるように前記光学部品を配置する工程と、前記紫外線硬化型樹脂の中間体に紫外線を照射して、それを硬化させ、硬化した紫外線硬化型樹脂で前記光学部品を前記支持基板に接着する工程とを有する光半導体モジュールの製造方法が提供される。

【0012】光半導体モジュールは、樹脂のガラス転移温度以上の温度領域で使用される。このため、通常の使用状態では、樹脂は柔軟性を保っている。従って、温度変化による応力の影響が緩和され、光学部品を安定して保持することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1を参照して、本発明の第1の実施例による光半導体モジュールの構成及びその製造方法について説明する。

【0014】図1(A)は、光半導体モジュールの製造途中の斜視図を示す。シリコンからなる支持基板1の主表面に溝2が形成されている。シリコン基板1の主表面には、シリコン単結晶の(100)結晶面が表出している。溝2の一端は支持基板1の縁まで達する。溝2の他端は支持基板1の主表面内に位置する。溝2は、例えばKOHを用いた異方性エッチングにより形成される。溝2の両側の側面及び端面に、シリコン単結晶の[111]面が露出する。このため、溝2の側面及び端面は、支持基板1の主表面と鈍角で交わることになる。

【0015】溝2の端部に、球レンズ5が配置される。球レンズ5の表面には、反射防止膜がコーティングされている。球レンズ5は、溝2の端面と両側の側面とによって位置決めされ、紫外線硬化型樹脂の中間体6を硬化させることによって支持基板1に接着される。

【0016】支持基板1の主表面のうち、溝2を延長した領域上に、レーザダイオード3及びフォトダイオード4が配置されている。レーザダイオード3は、例えばInGaAsP系の発振波長 $1.55\mu\text{m}$ のものであり、フォトダイオード4は、例えばInP系の端面入射pin型ダイオードである。これらの光半導体素子は、例えばAuSn半田で支持基板1に固着される。レーザダイオード3は、溝2の端部にほぼ接するか、その一部が溝2の上に底状に突き出るように配置される。フォトダイオード4は、レーザダイオード3の発振状態のモニタ用である。

【0017】次に、第1の実施例による光半導体モジュールの製造方法を説明する。図1(A)では、シリコンウエハを切断してチップ化した後の状態を示しているが、溝2の形成は、ウエハの切断前に行われる。まず、シリコンウエハの表面を SiO_2 膜で覆い、この SiO_2 膜に、溝2に対応した開口を形成する。さらに、 SiO_2 膜上に、レーザダイオード3及びフォトダイオード4

の位置決め用のマーカ、及び配線を形成する。マーカ及び配線は、例えばAuで形成される。KOHを用い、 SiO_2 膜の開口からシリコンウエハを異方性エッチングする。これにより、溝2が形成される。

【0018】溝2の形成後、シリコンウエハを切断し、支持基板1の単位に分離する。このとき、図1(A)に示すように、溝2の一端が支持基板1の縁まで達し、他端が支持基板1の主表面内に位置するように切断する。

【0019】レーザダイオード3とフォトダイオード4を、支持基板1の主表面上に、AuSn半田により固定する。

【0020】溝2の端部に、紫外線硬化型樹脂の中間体を塗布する。球レンズ5を、溝2の端部に配置する。このとき、球レンズ5は、溝2の側面及び端面により位置決めされる。紫外線硬化型樹脂の中間体6に紫外線を照射し、それを硬化させる。用いられる紫外線硬化型樹脂は、ガラス転移温度が、レーザダイオード3の動作温度範囲の最低温度よりも低いものである。このため、硬化後の紫外線硬化型樹脂は柔軟であり、ゲル状になっている。なお、レーザダイオード3の動作温度範囲は、例えば当該製品の説明書等により規定されている。

【0021】光半導体モジュールの動作温度範囲は、通常 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ に設定される。この場合、接着剤として機能する紫外線硬化型樹脂のガラス転移温度は、 -40°C 以下である。この条件を満たす樹脂として、例えば協立化学産業株式会社製のUVアクリル樹脂XSG-01(ガラス転移温度 -47°C)や、UVシリコン樹脂XSG-04(ガラス転移温度 -48°C)等が挙げられる。

【0022】レーザダイオード3の出射端面から出射したレーザビームが、球レンズ5によって収束され、収束されたレーザビームが溝2に沿って伝搬する。

【0023】図1(B)は、図1(A)に示す光半導体モジュールをケースに収納した状態の断面図を示す。上部が開いた鉄またはコバル製のケース10の底面上に、図1(A)に示す光半導体モジュールが、SnPb半田12により固定されている。球レンズ5は、紫外線硬化型樹脂6aにより支持基板1に接着されている。紫外線硬化型樹脂6aは、ゲル状である。

【0024】ケース10の側壁の外周面上に、複数のリード11が取り付けられている。複数のリード11は、ケース10の下方に伸びる。レーザダイオード3及びフォトダイオード4の外部接続用電極が、対応するリード11のボンディングパッドにワイヤボンディングされている。

【0025】ケース10の上部の開口は、蓋13により気密封止されている。蓋13は、シーム溶接によりケース10に固定される。

【0026】ケース10の側壁のうち、球レンズ5によって収束されたレーザビームが照射される領域に、レー

ザビームの波長域の光に対して透明な窓14が取り付けられている。窓14の外側に、光ファイバ15の先端が固定され、レーザダイオード3から射出したレーザビームが光ファイバ15に入射する。

【0027】次に、上記第1の実施例の効果について説明する。図1(B)に示す紫外線硬化型樹脂6aとして協立化学産業株式会社のUVアクリル樹脂XSG-01を使用した評価用試料を作製した。比較のために、紫外線硬化型樹脂6aとして協立化学産業株式会社製のUVエポキシ樹脂XOC-02Tを用いた比較用試料を作製した。なお、UVエポキシ樹脂XOC-02Tのガラス転移温度は157℃である。すなわち、光半導体モジュールの動作温度範囲内では、UVエポキシ樹脂XOC-02Tは固い固体状である。

【0028】評価用試料と比較用試料に対して、固定強度試験、温度サイクル試験、振動試験、及び衝撃試験を行った。以下、各試験の方法及び結果について説明する。

【0029】固定強度試験においては、図1(B)に示す球レンズ5に、支持基板1の主表面に平行な方向の50gfの力を加え、球レンズ5が離脱するかどうかを調査した。10個の評価用試料を試験したところ、球レンズ5が離脱したものはなかった。これに対し、10個の比較用試料を試験したところ、1個の試料において球レンズ5の離脱が起こった。

【0030】温度サイクル試験においては、-40℃まで冷却して30分間放置し、+90℃まで加熱して30分間放置する工程を1サイクルとして、1000サイクルの冷却と加熱を繰り返した後、上述の固定強度試験と同様の試験を行った。10個の評価用試料を試験したところ、球レンズ5が離脱したものはなかった。これに対し、10個の比較用試料を試験したところ、2個の試料において球レンズ5の離脱が起こった。

【0031】振動試験においては、振動周波数20~2000Hz、最大加速度20Gの条件で試料を振動させ、球レンズ5の離脱の有無を調査した。10個の評価用試料については、球レンズ5の離脱は見られなかった。これに対し、10個の比較用試料については、2個の試料において球レンズ5の離脱が見られた。

【0032】衝撃試験は、MIL-STD-883Cに従い、加速度1500Gの条件で行った。10個の評価用試料については、球レンズ5の離脱は見られなかった。これに対し、10個の比較用試料については、1個の試料において球レンズ5の離脱が見られた。

【0033】比較用試料において球レンズ5の離脱が生じたのは、支持基板1をSnPb半田によりケース10へ固定するときの熱により、球レンズ5を固定している樹脂に応力が生じ、接着力が弱まったためと考えられる。評価用試料の場合には、樹脂6aがゲル状であるため、熱応力による歪が緩和され、当初の接着力が維持さ

れていると考えられる。

【0034】上記の4つの試験では、球レンズ5の接着部の機械的強度について評価した。次に、図2を参照して、光出力の安定性について説明する。図1(B)に示す試料に光ファイバ15を取り付け、上記温度サイクル試験と同様の温度サイクルを繰り返しながら、光ファイバ15の出力端から出力される光出力の変動を測定した。

【0035】図2(A)は、第1の実施例による評価用試料の光出力変動率を示し、図2(B)は、比較用試料の光出力変動率を示す。各図の横軸は温度サイクル数を表し、縦軸は光出力変動率を、組み立て直後の光出力を基準として単位「%」で表す。

【0036】図2(A)に示すように、評価用試料の光出力の変動率は±5%以下である。図2(B)に示すように、いくつかの比較用試料の場合には、温度サイクルを繰り返すに従って光出力が低下している。比較用試料の光出力の低下の原因は、下記のように考えられる。

【0037】比較用試料の場合には、図1(B)に示す球レンズ5を支持基板1に接着している樹脂が固い。このため、温度サイクルの繰り返しによって発生する熱応力によって歪が生じ、球レンズ5の位置がずれる。この位置ずれにより光ファイバ15とレーザダイオード3との光結合効率が低下し、光出力が低下したと考えられる。これに対し、評価用試料の場合には、図1(B)に示す樹脂6aが柔軟である。このため、熱応力による歪が軽減され球レンズ5の位置ずれが生じにくい。

【0038】上述のように、第1の実施例では、球レンズ5を接着する樹脂6aが、レーザダイオード3の動作温度において柔軟性を有する。このため、球レンズ5の離脱や位置ずれが防止される。このような柔軟性を有する樹脂は、従来、半導体素子の封止用樹脂として用いられてきたが、接着用樹脂としては注目されていなかった。大きな接着力を得るためには、固い樹脂の方が適しているからである。

【0039】本願発明者らは、従来、封止用に用いられてきた樹脂を接着剤として利用できるのではないかと考えた。実際に評価実験を行うと、上述のように、柔軟な樹脂でも十分な接着力が得られることがわかった。また、固い樹脂を用いる場合に比べて、球レンズをより安定して保持できることがわかった。

【0040】上記実施例では、レーザビーム収束用の光学部品として球レンズを用いた場合を説明したが、その他の光学部品を使用してもよい。例えば、球レンズの代わりに、屈折率分布型レンズを用いることも可能である。

【0041】次に、図3を参照して、第2の実施例による光半導体モジュールの構成及び製造方法を説明する。

【0042】図3は、第2の実施例による光半導体モジュールの製造途中における斜視図を示す。第2の実施例

では、球レンズ5を透過したレーザービームの光路上に光アイソレータ9が配置される。光アイソレータ9も、光半導体素子や球レンズ5と同様に、支持基板1上に固定される。支持基板1に、光アイソレータ9を固定するためのテラス8が形成されている。その他の構成は、図1(A)に示す第1の実施例の光半導体モジュールの構成と同様である。

【0043】テラス8は、溝2を、レーザダイオード3が固定されている方の端部の反対側に延長した領域下に配置される。その高さは、レーザダイオード3が固定されている主表面よりもやや低い。テラス8は、シリコンウエハを支持基板1の単位に切断する前に、シリコンウエハ表面をダイシングすることにより形成される。

【0044】光アイソレータ9が、テラス8上に固定される。光アイソレータ9は、球レンズ5を固定する紫外線硬化型樹脂の中間体6と同一の中間体7を用いてテラス8上に接着される。光アイソレータ9は、球レンズ5により収束されたレーザービームを通過させ、光ファイバ端面等で反射された反射光をレーザダイオード3に戻さないための部品である。テラス8は、光アイソレータ9が球レンズ5により収束されたレーザービームをすべて受けるような高さに設定されている。

【0045】中間体7が硬化して形成された樹脂も、光半導体モジュールの動作温度において柔軟である。このため、光アイソレータ9を安定して保持することができる。

【0046】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光半導体モジュールの動作温度において、光学部品を接着する樹脂が柔軟性を有する。このため、熱応力による歪を少なくすることができ、温度サイクルを繰り返しても光学部品を安定して保持することができる。これにより、信頼性の高い光半導体モジュールを得ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による光半導体モジュールの製造途中の斜視図、及びその光半導体モジュールをケースに装填した状態の断面図である。

【図2】第1の実施例による光半導体モジュール、及び比較例の光半導体モジュールの光出力変動率を示すグラフである。

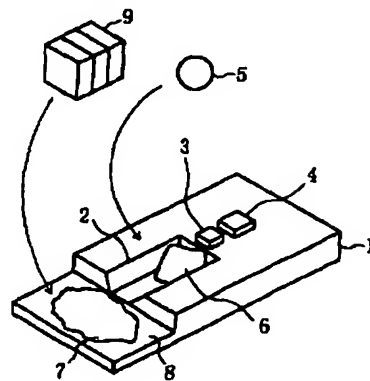
【図3】本発明の第2の実施例による光半導体モジュールの製造途中の斜視図である。

【符号の説明】

- 1 支持基板
- 2 溝
- 3 レーザダイオード
- 4 フォトダイオード
- 5 球レンズ
- 6、7 紫外線硬化型樹脂の中間体
- 6a 紫外線硬化型樹脂
- 8 テラス
- 9 光アイソレータ
- 10 ケース
- 11 リード
- 12 SnPb半田
- 13 蓋
- 14 窓

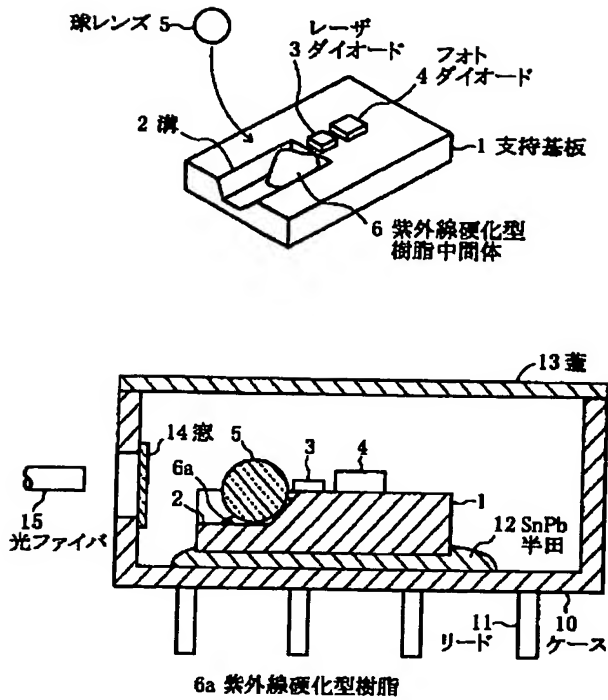
【図3】

第2の実施例

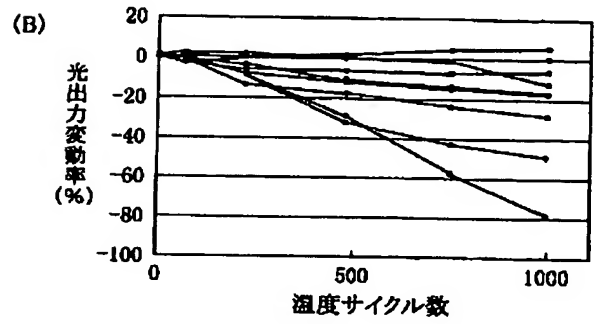
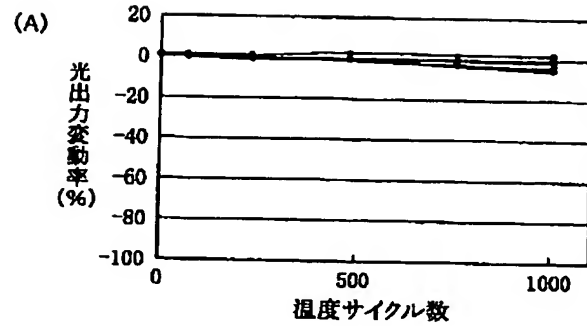


【図1】

第1の実施例



【図2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H037 BA03 CA13 CA18 DA05 DA12
DA17
5F041 AA43 DA03 EE04 EE15
5F073 AB27 AB28 AB30 DA23 FA02
FA08 FA13 FA16 FA18
5F088 BA10 EA09 JA03